

УДК [910.3:551.332.56 ] (292.452)

*М. В. Корчемлюк,  
Р. Л. Кравчинський,  
Б.Б. Савчук*  
Карпатський національний

*природний парк*

## ОСНОВНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ПОШИРЕННЯ КАРОВИХ ОЗЕР НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

Публікація присвячена особливому компоненту ландшафту Українських Карпат – високогірним озерам. На основі використання математико-статистичних методів виявлено закономірності поширення карових озер у межах Чорногірського масиву та їх взаємозв'язок із іншими компонентами навколишнього природного середовища. Проведено класифікацію водойм за низкою фізико-географічних та морфометричних показників.

**Ключові слова:** карові озера, предиктори, морфометричні характеристики, Українські Карпати, Чорногора, факторний аналіз, кластеризація.

Публикация посвящена особому компоненту ландшафта Украинских Карпат – высокогорным озерам. На основе использования математико-статистических методов выявлены закономерности распространения каровых озер в пределах Черногорского массива и их взаимосвязь с другими компонентами окружающей среды. Проведена классификация водоемов по ряду физико-географических и морфометрических показателей.

**Ключевые слова:** каровые озера, предикторы, морфометрические характеристики, Украинские Карпаты, Черногора, факторный анализ, кластеризация.

This publication is dedicated to a specific component of the landscape of Ukrainian Carpathians – mountain lakes. On the basis of mathematical and statistical methods revealed patterns of distribution kars lakes within Chornohirsky mountain ridge and their relationship with other components of the environment. The classification of the waterbody for a number of physiographic and morphometric parameters was carried out.

**Keywords:** kars lakes, predictors, morphometric characteristics, Ukrainian Carpathians, Chornohora, factor analysis, clustering.

**Вступ.** Формування Карпатської гірської фізико-географічної країни супроводжувалось різними геологічними процесами: інтенсивною вулканічною діяльністю та виверженням лави (у неогеновий період); вертикальними тектонічними рухами (І. Д. Гофштейн, 1984) [5] тощо. Новітня історія сучасного ландшафтно-геоморфологічного малюнку пов'язана з геологічною діяльністю льодовиків. Гірсько-гляціальний комплекс форм в Українських Карпатах спостерігається у межах найбільш високих вершин і ділянок гребенів, зокрема на Чорногорі. Про точну кількість зледенінь, що охоплювали дану територію достовірно не відомо; досить добре вивчене останнє – четвертинне (плейстоценове). Максимальна довжина льодовика у долині р. Прут становила 5-6

км, р. Гаджини – 5 км, р. Кизи – 4 км, р. Дземброні та р. Погорільця – 4,5 км [5]. Хоча воно слабо (порівняно, наприклад, з Альпами) охопило територію Карпат, проте сліди діяльності збереглися й до сьогодні у вигляді своєрідних форм рельєфу – карів.

У різних частинах світу карову улоговину називають по-різному: у Піренеях – «уль» (oule) або «цирк», у Французьких Альпах – «ван» (van), в Норвегії – «ботн» (boten), у Швеції – «боттн» (botten), в Шотландії – «коррі» (corry), в Уельсі – «коун» (cwn), у північній Англії – «тан» (tarn), «кумб» (coomb), у деяких слов'янських країнах – «занога» (zanoga), «калдаре» (caldare) [7].

Заповнені талими та дощовими водами ці форми рельєфу перетворились на унікальні водні об'єкти, зазвичай, безстічні з особливими морфометричними характеристиками, водним режимом, своєрідним хімічним складом води, видовою біорізноманітністю тощо.

Досліджуючи карові озера країн Європи та Близького Сходу, відомий гідролог-географ Г. В. Цицарин відзначав: *«Они исключительно красивы; цвет воды их то нежно-голубой, то темно-синий. Почти всегда спокойная поверхность четко, как в зеркале, отражает окружающие склоны, местами покрытые снегом»* [7]. Льодовикові озера по-чеськи називаються «плесами» або «морськими очима», по-польськи – «ставами» [6].

Карові озера Українських Карпат мають незначні розміри; багато з них вже замулились та перетворились на алювіальні рівнини. Сьогодні у межах Чорногори налічується близько 40 озер та озерець льодовикового походження [3], які потребують постійного вивчення, охорони та збереження.

Високогірні водойми Карпат вже понад 200 років [4] привертають до себе увагу багатьох вчених-природознавців. Згадки про карові озера зустрічаються ще у працях Л. Вайгеля (1880), Г. Запаловича (1881), К. Сігмета (1932), Т. Посевича (1893), Й. Бездека (1905), Г. Козія (1932), К. Кухара (1975). На них звертають особливу увагу дослідники древнього зледеніння Чорногори: Г. Гонсьоровський (1906), С. Павловський (1915), Ф. Вітасик (1923), Б. Свідерський (1932) [2].

Пізніше вивченням озер займалися ряд відомих вчених різних науково-дослідних інститутів (зокрема Національної Академії Наук України) та вищих навчальних закладів (Львівського національного університету імені Івана Франка, Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, Дніпропетровського національного університету та ін.). Починаючи з 80-х років ХХ ст. і до сьогодні, всебічним вивченням високогірних озер Українських Карпат займаються провідні фахівці Карпатського національного природного парку.

Фундаментальними все ж були праці Г. П. Міллера [4], який досить детально дослідив низку озер Чорногори та класифікував їх. Залежно від характеру дії четвертинного льодовика він поділив усі льодовикові озера Чорногори на три групи: 1) озера, западини яких вироблені у корінних породах; 2) озера, западини яких із зовнішнього боку закриті мореною; 3) озера, розміщені серед стадіальних морен [4].

У формуванні озерних ванн першої групи переважала ерозійна діяльність льодовика. Ці озера характерні найбільшими глибинами і видовженою формою. При цьому вони орієнтовані зазвичай уздовж простягання пластів корінних пісковиків і конгломератів і розміщені виключно на південно-західних схилах головного хребта (Бребенескул, Верхнє Озірне, Нижнє Озірне та ін.) [4].

Озера другої групи виникли шляхом заповнення талими льодовиками і сніговими водами западин на днищах карів, закритих із зовнішнього боку стадіальною мореною. За формою вони близькі до овалу, повторюючи обриси прилеглого схилу кара та морени, за якою знаходяться. Озерні ванни мілкі, плоскодонні, але досить значні за розмірами і, як правило, заростають. Зустрічаються ці озера на північно-східних схилах головного хребта (Несамовите, Марічейка) [4].

До третьої групи належать невеличкі озера, розміщені на днищах древніх фірнових басейнів у мілких замкнених зниженнях, серед стадіальних морен. Ці озерця, зазвичай, заростають, а в більшості випадків уже перетворилися на осоково-сфагнові болота. Характерні неправильні обриси берегової лінії, яка повторює форму випадкової западини горбисто-моренного рельєфу. Зустрічаються вони, як на південно-західних, так і на північно-східних схилах головного хребта [4].

**Методика досліджень.** Вивчення основних закономірностей та особливостей поширення карових озер на території Українських Карпат проводилось на основі дослідження сукупності оцінюючих параметрів та взаємозв'язків між ними. Для цього було застосовано факторний аналіз, який дає можливість комплексно і системно виміряти дію певних чинників, ідентифікувавши їх, та визначити вплив на величину результативних показників.

В якості оцінюючих параметрів нами було використано наступні морфометричні характеристики озер: довжина берегової лінії ( $L_{б.л.}$ ), довжина водного дзеркала ( $L_{в.}$ ), ширина водного дзеркала ( $B_{в.}$ ), площа водного дзеркала ( $S_{в.}$ ) та максимальна глибина озера ( $h_{max.}$ ). Для окремих озер було враховано довжину ( $L_{л.}$ ), ширину ( $B_{л.}$ ) та площу ( $S_{л.}$ ) озерного ложа. Використовуючи вихідні морфометричні характеристики нами було обраховано коефіцієнти форми озер ( $K_{ф.}$ ) і коефіцієнти звивистості берегової лінії ( $K_{зв.}$ ).

Коефіцієнт форми характеризує горизонтальну розчленованість озера за обрисами акваторії і обчислювався як відношення довжини водного дзеркала водойми до його ширини:

$$K_{ф.} = \frac{L_{в.}}{B_{в.}}. \quad (1)$$

Коефіцієнт звивистості берегової лінії – відношення довжини берегової лінії до довжини кола з такою ж площею:

$$K_{зв.} = \frac{L_{б.л.}}{2 \cdot \sqrt{S_{в.}} \cdot \pi}. \quad (2)$$

Для визначення особливостей територіального поширення високогірних водойм було обчислено коефіцієнт озерності території ( $K_{оз.}$ ) та густоту озер ( $N_{оз.}$ ). Одним із ключових параметрів, що визначає особливості хімічного складу води, нами було використано величину водневого показника (pH).

Для ідентифікації факторів, що мають вплив на особливості просторового розподілу карових озер, було проаналізовано географічне положення досліджуваних об'єктів – широту ( $\varphi$ ) та довготу ( $\lambda$ ), їх віддаленість від найвищої точки гірської системи – г. Говерли ( $L_{гов.}$ ), абсолютну висоту над рівнем моря ( $H_{абс.}$ ), залісненість території ( $K_{ліс.}$ ). Також нами було використано та проаналізовано показники, що відображають особливості геологічної будови ( $G_{еол.}$ ), експозиції (Ехр.) та крутизни ( $I$ ) схилу гори, де розташована водойма, а також приналежність озера до

певного річкового водозбору (Riv.). Останній показник також відображає, положення об'єкта відносно Чорногірського масиву. Усього для проведення аналізу нами було використано 19 основних предикторів та 3 додаткових (і, якими можна було описати лише окремі водні об'єкти).

**Результати досліджень та їх обговорення.** Важливим показником спорідненості між певними ознаками  $X$  та  $Y$  є міра кореляційного зв'язку, що виражається через коефіцієнт кореляції Пірсона (коефіцієнт лінійної парної кореляції) і розраховується на основі парної вибірки значень величин  $X$  та  $Y$  за формулою:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{\bar{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sqrt{(\overline{x^2} - \bar{x}^2)(\overline{y^2} - \bar{y}^2)}}, \quad (3)$$

де  $N$  – об'єм вибірки;  $y_i, x_i$  – значення  $i$ -того елемента вибірок  $x$  та  $y$  відповідно;  $\bar{x}, \bar{y}$  – вибіркові середні  $x$  та  $y$  відповідно;  $\bar{xy}$  – середнє значення добутку  $x_i$  і  $y_i$ ;  $\overline{y^2}, \overline{x^2}$  – середнє значення квадратів ознак  $y$  та  $x$ .

За результатами математико-статистичної обробки генеральної сукупності ознак нами було побудовано кореляційну матрицю системи використовуваних характеристик та визначено значимість зв'язку між предикторами (рис. 1). Вже на даному етапі це дозволило нам побачити певне групування показників за величиною зв'язку між ними.

Для виявлення більш детального міжкомпонентного взаємозв'язку нами було проведено факторний аналіз з використанням методу головних компонентів (МГК) [1].

У загальному вигляді факторна структура  $i$ -ї ознаки відображається у вигляді  $\sum_j a_{ij} \cdot F_j$ , куди включаються лише значимі навантаження. Ознакова структура кожного із факторів у загальному вигляді відображається як  $\sum_i a_{ij} \cdot F_j$ , до якої включаються лише значимі навантаження. Використовуючи матрицю факторних навантажень було обчислено значення усіх факторів для кожного спостереження вихідної вибіркової сукупності за формулою:

$$F_{jt} = \frac{\sum_{i=1}^k a_{ij} \cdot X_{it}^{U,H}}{\lambda_j}, \quad (4)$$

де  $F_{jt}$  – значення  $j$ -ого фактора у  $t$ -ого спостереження,  $X_{it}^{U,H}$  – нормоване (і центроване) значення  $i$ -ї ознаки у  $t$ -ого спостереження вихідної вибірки;  $a_{ij}$  – факторне навантаження,  $\lambda_j$  – власне значення, що відповідає фактору  $j$ . Дані обчислені значення  $F_{jt}$  широко використовуються для графічного представлення результатів факторного аналізу. Обчислені величини факторних навантажень, власні значення факторів та їх вага представлені у табл. 1.

	<i>Ш</i>	<i>Д</i>	<i>H<sub>абс.</sub></i>	<i>L<sub>б.л.</sub></i>	<i>L<sub>л.</sub></i>	<i>L<sub>г.</sub></i>	<i>B<sub>л.</sub></i>	<i>B<sub>г.</sub></i>	<i>S<sub>л.</sub></i>	<i>S<sub>г.</sub></i>	<i>h<sub>макс.</sub></i>	<i>K<sub>ф.</sub></i>	<i>K<sub>ге.</sub></i>	<i>pH</i>	<i>K<sub>ліс.</sub></i>	<i>I</i>	<i>Geol.</i>	<i>Exp.</i>	<i>K<sub>оз.</sub></i>	<i>N<sub>оз.</sub></i>	<i>L<sub>Гос.</sub></i>	<i>Riv.</i>
<i>Ш</i>	1,00																					
<i>Д</i>	-0,96	1,00																				
<i>H<sub>абс.</sub></i>	-0,14	0,09	1,00																			
<i>L<sub>б.л.</sub></i>	0,27	-0,40	-0,03	1,00																		
<i>L<sub>л.</sub></i>	0,54	-0,63	-0,70	0,75	1,00																	
<i>L<sub>г.</sub></i>	0,21	-0,33	0,00	0,98	0,77	1,00																
<i>B<sub>л.</sub></i>	0,45	-0,56	-0,67	0,79	0,88	0,75	1,00															
<i>B<sub>г.</sub></i>	0,33	-0,43	-0,13	0,90	0,68	0,83	0,82	1,00														
<i>S<sub>л.</sub></i>	0,65	-0,74	-0,37	0,87	0,93	0,83	0,92	0,88	1,00													
<i>S<sub>г.</sub></i>	0,27	-0,38	0,02	0,95	0,77	0,92	0,79	0,95	0,87	1,00												
<i>h<sub>макс.</sub></i>	0,15	-0,27	-0,22	0,82	0,76	0,80	0,70	0,76	0,89	0,81	1,00											
<i>K<sub>ф.</sub></i>	-0,07	0,06	0,10	0,08	-0,03	0,22	-0,36	-0,26	-0,18	-0,03	0,08	1,00										
<i>K<sub>ге.</sub></i>	-0,01	0,04	-0,01	0,10	0,06	0,18	-0,17	-0,12	0,03	0,02	0,06	0,74	1,00									
<i>pH</i>	0,20	-0,14	-0,06	0,30	-0,36	0,29	-0,19	0,18	0,12	0,20	0,08	0,23	0,30	1,00								
<i>K<sub>ліс.</sub></i>	0,10	-0,08	-0,81	0,01	0,72	0,00	0,73	0,02	0,24	-0,10	0,22	-0,04	-0,09	-0,05	1,00							
<i>I</i>	-0,11	0,00	-0,16	0,04	0,44	0,07	0,10	0,00	0,25	0,09	0,32	0,17	0,11	-0,32	-0,08	1,00						
<i>Geol.</i>	0,56	-0,59	0,08	-0,05	-0,16	-0,02	-0,23	-0,07	-0,16	-0,09	-0,18	0,04	-0,18	0,11	0,03	-0,10	1,00					
<i>Exp.</i>	-0,58	0,46	0,14	-0,12	-0,07	-0,04	-0,26	-0,21	-0,50	-0,12	0,20	0,12	-0,20	-0,40	0,06	0,48	-0,15	1,00				
<i>K<sub>оз.</sub></i>	-0,12	0,02	-0,54	0,46	0,79	0,47	0,74	0,43	0,66	0,40	0,64	0,03	-0,04	-0,22	0,64	0,36	-0,32	0,39	1,00			
<i>N<sub>оз.</sub></i>	-0,46	0,56	-0,30	-0,39	-0,25	-0,39	-0,29	-0,42	-0,59	-0,46	-0,26	0,05	0,24	-0,17	0,34	-0,04	-0,56	-0,02	0,20	1,00		
<i>L<sub>Гос.</sub></i>	0,99	-0,99	-0,11	0,34	0,59	0,28	0,51	0,39	0,70	0,33	0,21	-0,06	-0,03	0,17	0,09	-0,05	0,59	-0,52	-0,07	-0,53	1,00	
<i>Riv.</i>	0,77	-0,63	-0,18	0,08	0,44	-0,01	0,38	0,14	0,46	0,08	-0,15	-0,11	0,07	0,26	0,16	-0,44	0,27	-0,76	-0,28	-0,11	0,70	1,00

**Примітка**

**Значення  $r$**

$r < 0$

$0 \leq |r| < 0,1$

$0,1 \leq |r| < 0,3$

$0,3 \leq |r| < 0,5$

$0,5 \leq |r| < 0,7$

$0,7 \leq |r| < 0,9$

$0,9 \leq |r| < 0,99$

$0,99 < |r| \leq 1$

**Оцінка зв'язку**

Зворотний зв'язок

Зв'язок відсутній

Слабкий

Помірний

Помітний

Сильний

Дуже сильний

Повний

**Рис.1. Кореляційна матриця зв'язків між показниками морфометричних характеристик карових озер з фізико-географічними та ландшафтно-геоморфологічними умовами території**

Таблиця 1

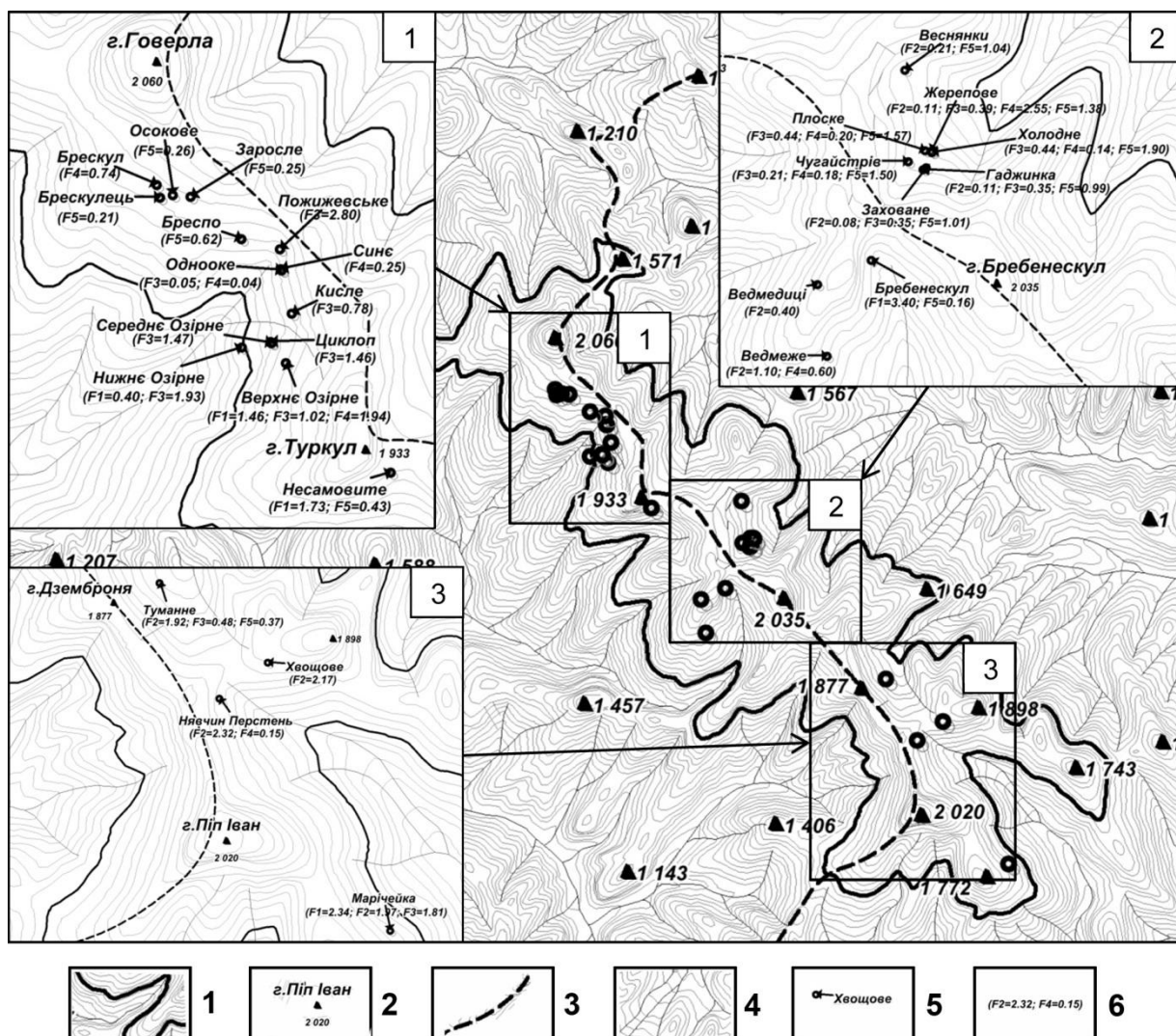
## Факторні навантаження, власні значення та вага факторів

Ознаки	Факторні навантаження, $a_{ij}$				
	$F 1$	$F 2$	$F 3$	$F 4$	$F 5$
Довгота ( $D$ )	0,15	0,93	0,08	-0,00	0,26
Широта ( $Ш$ )	-0,27	-0,93	-0,05	0,02	-0,10
Висота над рівнем моря, ( $H_{абс.}$ )	-0,01	-0,09	-0,90	0,00	-0,07
Довжина берегової лінії озера ( $L_{б.л.}$ )	0,97	0,14	0,03	0,09	0,05
Довжина озера ( $L_{в.,м}$ )	0,94	0,10	0,00	0,20	-0,03
Ширина озера ( $B_{в.}$ )	0,93	0,17	0,07	-0,22	0,12
Площа водного дзеркала ( $S_{в.}$ )	0,98	0,13	-0,05	-0,03	0,02
Максимальна глибина озера ( $h_{макс.}$ )	0,85	0,05	0,26	0,07	-0,27
Коефіцієнт форми озера ( $K_{ф.}$ )	-0,01	0,00	-0,06	0,92	-0,18
Коефіцієнт звивистості берегової лінії ( $K_{зв.}$ )	0,04	-0,08	0,02	0,92	0,15
Водневий показник ( $pH$ )	0,24	0,09	-0,12	0,39	0,53
Коефіцієнт залісненості території ( $K_{ліс.}$ )	-0,05	0,09	0,92	-0,05	-0,00
Крутизна схилу ( $I$ )	0,09	0,03	0,13	0,19	-0,77
Показник геологічної будови ( $Geol.$ )	-0,19	0,78	-0,20	-0,03	-0,12
Експозиція схилу ( $Exp.$ )	-0,03	-0,38	-0,00	-0,06	-0,84
Коефіцієнт озерності ( $K_{оз.}$ )	0,49	-0,18	0,71	-0,03	-0,38
Густота озер ( $N_{оз.}$ )	-0,37	-0,59	0,49	0,15	0,21
Віддаль від Говерли ( $L_{Гов.}$ )	0,22	0,94	0,06	-0,01	0,17
Річковий басейн ( $Riv.$ )	-0,04	0,61	0,14	-0,01	0,67
Власні значення факторів, $\lambda_j$	5,98	4,24	2,61	2,01	2,49
Вага факторів, %	30	21	13	10	12

За результатами проведеного математико-статистичного аналізу нами було виділено п'ять основних чинників, що визначають особливості поширення карових озер на території Українських Карпат (гірський масив Чорногора) та їх морфометричних характеристик.

Перший фактор ( $F1$ ) носить 30% інформації і характеризується наявністю тісних взаємозв'язків між окремими морфометричними характеристиками озер – довжиною берегової лінії, довжиною, шириною, площею водного дзеркала та максимальною глибиною озера (див. табл. 1). Цей фактор можна інтерпретувати, як показник спільного генезису розвитку озерної улоговини водойм, тобто їх льодовикового походження.

Додатні власні значення даного фактора об'єднують у собі озера, першої та другої групи, описані Міллером Г.П. [4] – Бребенескул, Несамовите, Марічейка, Верхнє Озірне та Нижнє Озірне (рис. 2).



**Рис. 2. Схема поширення карових озер на території Чорногори та зазначення факторів, що на них впливають (1 – контури Чорногори (проведені по горизонталі 1480 м); 2 – гірські вершини, їх абсолютні висоти та назви; 3 – вододільна лінія; 4 – водотік (струмок, річка); 5 – водойми льодовикового походження (озера, озерця) та їхні назви; 6 – визначені фактори та величини їх значень)**

Другий фактор ( $F_2$ ) носить 21% інформації; він вказує, що у напрямку з півночі на південь (з віддаленням від Говерли) густота озер на одиницю площі зменшується. У широтному плані підвищення показника  $N_{оз.}$  відбувається зі сходу на захід. Наведені закономірності тісно пов'язані з особливостями геологічної будови території.

Третій фактор ( $F_3$ ), вага якого становить 13%, показує, що найбільша кількість озер на одиницю площі території приурочена до густозалісених районів і підпорядковується вертикальній зональності. За результатами кореляційного аналізу (див. табл.1), прослідковується наявність тісного взаємозв'язку між коефіцієнтом озерності та довжиною і шириною озера (коефіцієнт кореляції дорівнює відповідно 0,79 та 0,74).

Четвертий фактор ( $F_4$ ) – 10% інформації – характеризує чинник, що вплинув на особливості берегової лінії і характеризується наявністю тісного зв'язку між коефіцієнтами  $K_{\phi}$  та  $K_{зв.}$ .

За формою озерної улоговини на території досліджень виділяється три групи озер (табл. 2). Їх просторове розміщення не підпорядковується чіткій закономірності відносно Чорногірського хребта.

Дія фактора  $F_4$  (додатні власні значення факторів) найбільш відобразилась на формі озер Нижнє Озірне, Брескул, Синє, Однооке, Пожижевське, Чугайстрів, Плоске, Жерепове, Холодне, Ведмеже та Нявчин Перстень (див. рис.2).

Таблиця 2

**Характеристика карових озер Українських Карпат за формою озерної улоговини**

Клас (група)	Назви озер	Середнє значення коефіцієнта форми ( $K_{\phi}$ )	Характеристика озерної улоговини
1	Верхнє Озірне, Пожижевське, Жерепове	5,64	Видовжена
2	Бребенескул, Несамовите, Брескул, Синє, Однооке, Циклоп, Середнє Озірне, Гаджинка, Плоске, Ведмеже, Ведмедиці, Нявчин Перстень, Хвощове	2,5	Овальна
3	Марічейка, Нижнє Озірне, Брескулець, Заросле, Кисле, Бреспо, Веснянки, Чугайстрів, Заховане, Холодне, Туманне	1,34	Округла

За низкою використаних характеристик однозначно ідентифікувати даний фактор вкрай складно. Проте, за результатами кореляційного аналізу ознак меншої вибірки, що включає використання сукупності ознак лише вище перелічених водойм, наявність помірного зв'язку коефіцієнта звивистості озер з показником геологічної будови ( $r=-0,37$ ). При цьому коефіцієнт форми мав певну залежність від експозиції схилів ( $r=0,24$ ), відстані від Говерли ( $r=-0,32$ ), а також приналежності до певного схилу головного хребта ( $r=-0,34$ ). Тому, можна припустити, що даний фактор характеризує ерозійну діяльність льодовика, про що деякою мірою свідчать результати досліджень, проведені у 50-60-х роках минулого сторіччя [4].

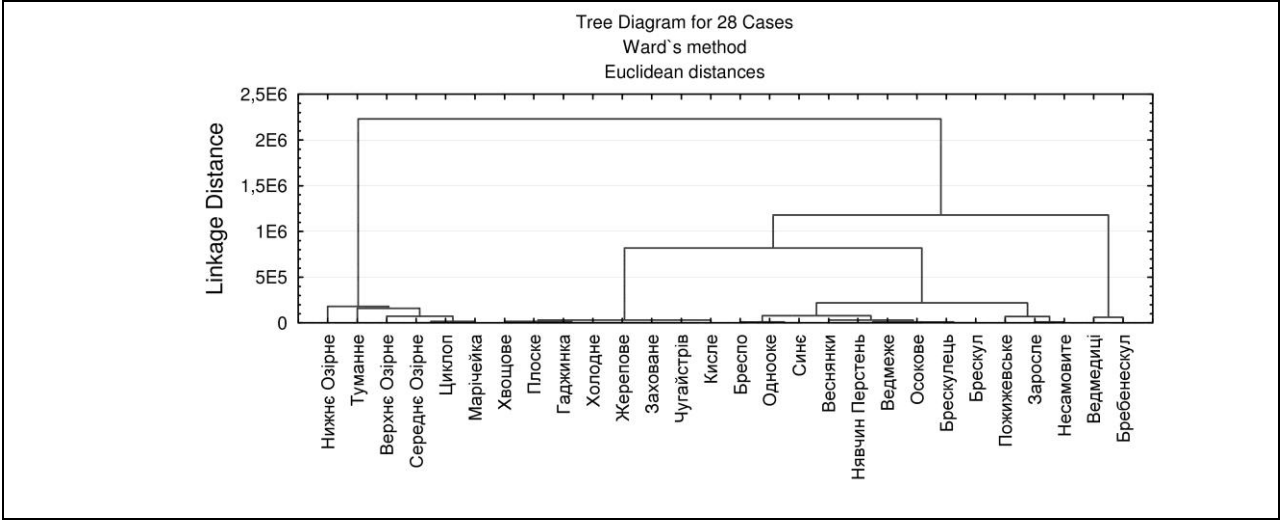
П'ятий фактор ( $F_5$ ) є інформативним на 12% і характеризує умови формування хімічного складу води. З табл. 2 видно, що величина водневого показника залежить від місцевих геоморфологічних умов, які визначають особливості водного та теплового режиму території і є головним чинником перерозподілу сонячної радіації, опадів тощо. Є низка фактів, які свідчать, що на деяких північних схилах Чорногори сніг може утримуватись до травня-червня. Тому п'ятий фактор можна ідентифікувати як кліматичний.

Доповненням на користь даного припущення є також наявність прямого зв'язку між величинами  $pH$  та показником  $Riv.$ , який характеризує положення водойми відносно вододільної лінії, що проходить уздовж Чорногори. Даний гірський масив, у свою чергу, є орографічним



бар'єром для вільного проходження повітряних мас. Тому кліматичні умови басейну Прута та басейну Тиси у межах Чорногори (а таким чином і озер, що тут розташовані) дещо відрізняються.

Для класифікації карових водойм було використано кластерний аналіз (метод к-середніх). Таким чином, усі озера Українських Карпат (Чорногіський масив) за мірою схожості використаних нами ознак об'єднуються у 4 групи (рис. 3., табл. 3).



**Рис. 3. Дендрограма об'єднання карових озер Українських Карпат за сукупністю оцінюючих характеристик**

*Таблиця 3*

**Класифікація карових озер Українських Карпат**

Клас (група)	Кількість об'єктів	Назви озер
1	9	Кисле, Чугайстрів, Гаджинка, Заховане, Плоске, Жерепове, Холодне, Туманне, Хвощове
2	12	Несамовите, Брескул, Брескулець, Осокове, Заросле, Синє, Однооке, Пожижевське, Бреспо, Веснянки, Ведмеже, Нямчин Перстень
3	2	Бребенескул, Ведмедиці
4	5	Марічейка, Верхнє Озірне, Нижнє Озірне, Циклоп, Середнє Озірне

Озера першої групи мають невеликі розміри; розташовані вони переважно у басейні р. Прут на схилах гір південно-східної експозиції з незначним похилом (крутизна – близько 15°); відстань від Говерли значна – 7-14 км; приурочені переважно до територій зі значною густотою озер. За певними параметрами із загальної картини вирізняється оз. Кисле.

До другої групи належать 14 об'єктів, які, як і у попередньому випадку, мають незначні морфометричні характеристики; розташовані на південно-західних схилах гір уздовж головної вододільної лінії (виняток – оз. Ведмеже) переважно у басейні р. Тиса на незначній відстані від Говерли (за винятком оз. Нямчин Перстень). 3-поміж інших досліджуваних водних об'єктів відрізняються підвищеним середнім значенням величини рН (6,5).

До водойм третьої групи належать найбільші за розмірами високогірні озера – Бребенескул та Ведмедиці (див. табл.3); знаходяться вони виключно у басейні р. Тиси на схилах гір з відносно значним похилом (близько 20°) та експозицією на північний-захід; мають найменші величини рН, залісненість території та показник густоти озер.

Четверта група карових озер розміщується переважно у басейні р. Тиса (за винятком оз. Марічейка) на незначних абсолютних висотах – 1510-1640 м. над рівнем моря; приурочені здебільшого до північно-західних схилів гір зі значним похилом (19°); для даної групи водойм характерними є найбільші максимальні глибини, найбільша залісненість водозбору, найвищий середній коефіцієнт форми; характеризується територія поширення озер одноманітністю геологічної будови: тут переважають грубошаруваті піщаники з прошарками аргілітів та алевролітів верхнього відділу крейдової системи.

**Висновки.** Карові озера Українських Карпат належать до досить добре вивчених водних об'єктів нашої країни у багатьох аспектах. Їх високогірне, важкодоступне положення та розташування у межах природно-заповідних територій обмежує знання науковців щодо окремих динамічних характеристик водойм, таких, наприклад, як режим (водний або гідрохімічний). Проте, є компоненти навколишнього середовища, менш мінливі, з якими озера тісно пов'язані. Вивчення цих геосистемних взаємозв'язків дає змогу не лише оцінити закономірності поширення озер, відтворити певним чином силу, напрямок, діяльність поширення льодовика, а й спрогнозувати майбутнє озерних улоговин.

Використання математико-статистичних методів дозволило нам ще раз довести спільне генетичне льодовикове походження озерних улоговин високогірних озер Українських Карпат, що розташовані у межах гірського масиву Чорногори. Нами виявлено, що густота розташування озер тісно пов'язана з геологічним фактором і підпорядковується географічному положенню, зокрема віддаленості від Говерли.

Величина коефіцієнта озерності зв'язана з висотним положенням території і знаходиться в прямій залежності від ступеня залісненості водозбору. Тому, при неправильному природокористуванні і зменшенні лісових площ існує великий ризик зміни морфометричних параметрів ложа льодовикових озер, зменшення кількості цих унікальних водних об'єктів або їх повного зникнення. За результатами досліджень можна припустити, що особливості геологічної будови території та сила ерозійної дії льодовика стали також визначальним фактором формування «звивистості» та «округлості» карової улоговини.

Хімічний склад озерної води значною мірою залежить від крутизни та експозиції схилів, які відображають вплив мікрокліматичних процесів, а також регіональних орографічних особливостей самого Чорногірського масиву, що виконує роль кліматичного бар'єра. На загальному фоні усіх досліджуваних водойм виділяється оз. Жерепове, де відмічаються додатні величини власних значень одночасно чотирьох факторів (F2–F5).

Сліди древньої льодовикової діяльності значно перероблені денудаційними процесами, що створює певні труднощі в ідентифікації окремих факторів і вимагає застосування більшої кількості ознак і кращої якості (мається на увазі використання результатів крупно масштабних геологічних та ін. досліджень).

Системний аналіз використаних нами критеріїв та визначених факторів дозволяє поділити усі досліджувані карові озера Чорногори на 4 групи, поширення яких носить чіткий характер із

північного заходу на південний схід. На даному фоні виділяються також дві групи озер: ті, що розташовані у басейні р. Тиса та ті, що знаходяться у басейні р. Прут (територія Карпатського національного природного парку). Тому є доцільним подальше вивчення умов формування та поширення водойм кожної з цих груп окремо.

### Література

- 1 Белонин М.Д. Факторный анализ в геологии // М.Д. Белонин, В.А. Голубева, Г.Т. Скублов. – М.: Недра, 1982. – 269 с.
- 2 Екосистеми лентичних водойм Чорногори (Українські Карпати) / [Микітчак Т., Решетило О., Костюк А. та ін.]. – Львів: ЗУКЦ, 2014. – 288 с.
- 3 Микітчак Т. І. Фізико-географічна та гідрохімічна характеристики озер та озерець масиву Чорногора (Українські Карпати) / Т.І. Микітчак, І.М. Рожко, О.В. Ленько // Наукові праці УкрНДГМІ, 2010, Вип. 259. – С. 231-244.
- 4 Міллер Г.П. Льодовикові озера Чорногори / Г.П. Міллер // Вісник Ордена Леніна Державного університету ім. Ів. Франка. Серія : географічна. – 1964. – С. 44-52.
- 5 Природа карпатського національного парку / [С.М. Стойко, Л.І. Мілкіна, Л.О. Тасєнкевич та ін.]. – Київ: Наук. думка, 1993. – 211 с.
- 6 Хабер С. Высокие Татры / Природа // С.Хабебр, 1956. – № 9. – С. 92-93.
- 7 Цыцарин Г. В. Кресловинные озера / Вопросы географии. Гидрология // Г.В. Цыцарин. – М. : Гос. издат. географической литературы, 1951. – № 26. – С. 118-129.

© М. В. Корчемлюк,

*Надійшла до редакції 01 березня 2017 р.*

Р. Л. Кравчинський,

*Рекомендував до друку*

Б.Б. Савчук

*докт. техн. наук Я. О. Адаменко*